

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

14731019

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 10255976 A2 980925 <No. of Patents: 001>

LIGHT EMISSION ELEMENT AND ITS MANUFACTURE (English)

Patent Assignee: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Author (Inventor): HORI YOSHIKAZU; FUKUYAMA MASAO; SUZUKI MUTSUMI

IPC: \*H05B-033/14; H05B-033/10; H05B-033/22

Derwent WPI Acc No: \*C 98-574207; C 98-574207

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 10255976	A2	980925	JP 9756398	A	970311 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 9756398 A 970311

05972876      \*\*Image available\*\*

## LIGHT EMISSION ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

**PUB. NO.: 10-255976 [JP 10255976 A]**

**PUBLISHED:** September 25, 1998 (19980925)

**INVENTOR(s):** HORI YOSHIKAZU

FUKUYAMA MASAO

SUZUKI MUTSUMI

**APPLICANT(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [000582] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)**

APPL. NO.: 09-056398 [JP 9756398]

**FILED: March 11, 1997 (19970311)**

**INTL CLASS:** [6] H05B-033/14; H05B-033/10; H05B-033/22

**JAPIO CLASS:** 43.4 (ELECTRIC POWER -- Applications)

**JAPIO KEYWORD:R011 (LIQUID CRYSTALS)**

## ABSTRACT

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display element in which high-precision, highreliability, and colored display is possible.

**SOLUTION:** A negative electrode 2 comprising material of a low work function for injecting electrons is formed on a surface (upper surface) of a first substrate 1, and a light emitting layer 3 is formed further on a surface (upper surface) of it. In the meanwhile, a transparent electrode 5 for injecting holes is formed on a surface (lower surface) of a second substrate 4, and a carrier transport layer 6 is formed further on a surface (lower surface) of it. Surfaces of the light emitting layer 3 and the carrier transport layer 6 are tightly applied to each other to form an electric junction part 7 to compose a light emission element. The holes injected from the transparent electrode 5 are transported through the carrier transport layer 6 to be injected to the light emitting layer 3. The electrons are directly injected from the negative electrode 2 to the light emitting layer 3, thereby light is emitted by recombination of the electrons and the holes inside the light emitting layer 3 or around an interface of the hole transport layer 6.

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-255976

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

H05B 33/14

H05B 33/14

33/10

33/10

33/22

33/22

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平9-56398

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月11日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 堀 義 和

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 福 山 正 雄

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 鈴 木 睦 美

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

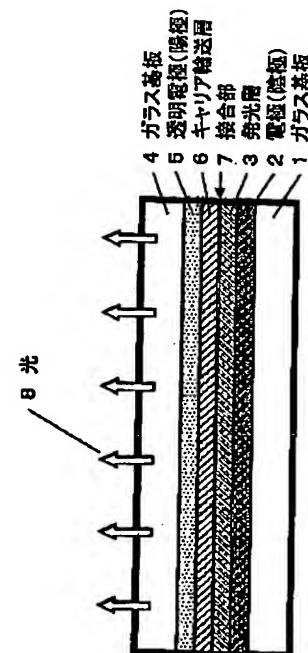
(74) 代理人 弁理士 蔵合 正博

(54) 【発明の名称】 発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高精細表示・高信頼性・カラー表示の可能な表示素子を提供する。

【解決手段】 第1の基板1の表面(上面)には電子を注入するための低仕事関数材料でなる陰極2が形成されており、さらにその表面(上面)に発光層3が形成されている。一方、第2の基板4の表面(下面)には正孔を注入するための透明電極5が形成され、さらにその表面(下面)にキャリア輸送層6が付着形成されている。そして、発光層3およびキャリア輸送層6の表面を互いに密着し電気的な接合部7を形成することにより発光素子が構成されている。透明電極5から注入される正孔がキャリア輸送層6を輸送されて発光層3に注入される。そして、陰極2からは電子が発光層3に直接注入され、この発光層3の内部または正孔輸送層6との界面近傍で電子と正孔が再結合することにより発光する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に少なくとも第 1 の電極層と発光層を含む層が付着形成された第 1 の基板と、表面に第 2 の電極層が付着形成された第 2 の基板とを互に対向させ、前記第 1 の基板上に形成された層の表面と第 2 の基板上に形成された電極層の表面が互いに直接または導電層を介して密着接合して配置され、第 1 の電極層と第 2 の電極層から電子または正孔のそれぞれ異なる種類のキャリアが発光層に注入されることにより、前記発光層内で再結合することにより発光が生じることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】 第 2 の基板表面に第 2 の電極層と少なくともキャリア輸送層が付着形成され、前記第 1 の基板上に形成された発光層と第 2 の基板上に形成されたキャリア輸送層が互いに密着接合して配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】 第 1 の基板表面に第 1 の電極層と少なくとも発光層と第 1 のキャリア輸送層が順次形成され、前記第 1 の基板上に形成された第 1 のキャリア輸送層と第 2 の基板上に形成されたキャリア輸送層が互いに接触して配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 4】 前記発光層またはキャリア輸送層のうちの少なくとも一方が有機化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 5】 第 1 の基板および第 2 の基板に形成された電極層がフォトリソ法で形成された微細形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 6】 第 1 の基板または第 2 の基板のうち少なくとも一方の基板がフレキシブル基板であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 7】 第 1 の基板と第 2 の基板、およびこれらの基板に形成された電極層が透明または半透明であり、非発光状態が透明または半透明であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 8】 それぞれ異なる色を発する複数の発光素子が面方向に互いに近接して配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の発光素子。

【請求項 9】 それぞれ異なる色を発する複数の発光素子が面方向に垂直な方向に互いに一定の距離を隔てて配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の発光素子。

【請求項 1 0】 少なくとも第 1 の基板または第 2 の基板に形成される発光層およびキャリア輸送層が島状に分離されて導電層の表面に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 1 1】 前記分離された島状の発光層およびキャリア輸送層の周辺部または近傍に、第 1 の基板と第 2 の基板の間隔を一定に保つ絶縁層が配置されていることを特徴とする請求項 1 0 に記載の発光素子。

【請求項 1 2】 前記分離された島状の発光層およびキャリア輸送層の周辺部に絶縁層または低融点金属層が配置され、各島状に形成された前記発光層およびキャリア輸送層が互いに隔離されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の発光素子。

【請求項 1 3】 第 1 の基板または第 2 の基板上の前記島状に分離して形成される発光層およびキャリア輸送層の周辺部に絶縁層が形成され、かつ絶縁層の表面ともう一方の基板上の絶縁層が接触する部分に低融点金属膜が形成され、各島状に形成された前記発光層およびキャリア輸送層が互いに隔離されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の発光素子。

【請求項 1 4】 第 1 の基板表面に少なくとも電極層と発光層を含む複数の層を形成する工程と、第 2 の基板表面に少なくとも電極層を含む層を形成する工程と、第 1 および第 2 の基板を互に対向して接触させかつ加熱処理することにより一体化する工程とを含む発光素子の製造方法。

【請求項 1 5】 第 1 の基板表面または第 2 の基板表面の一部に一定の厚さを有する絶縁層を形成する工程を含む請求項 1 4 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 1 6】 第 1 の基板表面または第 2 の基板表面の一部に一定の厚さを有する絶縁層を形成する工程と、絶縁膜の形成されていない基板表面に発光層およびキャリア輸送層を形成する工程とを含む請求項 1 4 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 1 7】 第 1 の基板表面または第 2 の基板表面の一部に一定の厚さを有する絶縁層および低融点金属層を形成する工程と、絶縁膜の形成されていない基板表面に発光層およびキャリア輸送層を形成する工程と、絶縁層の形成されていない基板の表面で前記低融点金属が接触する部分に低融点金属層を形成する工程とを含む請求項 1 5 に記載の発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、平面型の発光素子に係わり、特に有機物を用いた電界発光素子に関し、従来の有機電界発光素子では実現が困難であった高信頼性の表示素子、並びに低価格、高画質のなカラー表示素子に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】高度情報化マルチメディア社会の発展に伴い、低消費電力・高画質の平板型表示素子の開発が活発化している。非発光型の液晶表示素子は低消費電力を特長としてその位置を確立し、携帯情報端末等への応用とさらなる高性能化が進んでいる。

【0 0 0 3】一方、自発光型の表示素子は、外光に影響されないことから、従来の CRT の代替えや、さらには CRT では実現困難な大画面表示や超高精細表示の実現に向けて、電界発光型ディスプレイの開発が活発化して

いる。

【0004】タンらは基板上に正孔注入用電極層、有機正孔輸送層、有機発光層、電子注入用電極層を付着形成することにより、低電圧で発光する有機ELを提案し、文字表示素子等これを用いたELDが試作されるに至っている。

【0005】このタンらが提案した有機EL素子の概要を図10を用いて示す(参考文献:C.W.Tang et al. Appl. Phys. Lett. Vol.51, p.913 (1987))。ガラス基板101の上に酸化インジウム層からなる透明電極(陽極)102を形成し、次にその表面に蒸着法で有機発光層103および正孔輸送層104を形成し、さらにその表面に銀マグネシウム合金層からなる金属電極(陰極)105を蒸着形成する。陽極102から正孔が注入され、また陰極105から電子が注入され、有機発光層103中でこれらが再結合することにより光106を発する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した発光素子では、陰極105を蒸着法により形成するため、微細構造の電極を形成することは困難であり、高精細の表示素子を実現することが困難であった。すなわち、有機発光層103は、物理的・化学的に不安定であり、その表面にフォトリソ等の手段を用いて微細形状を有する電極を形成することは困難であり、陰極の分離を行うためにはマスク蒸着法を用いざるを得ず、従って100ミクロン以下の隣接間隔または微細形状を有する陰極形状を形成することはできなかった。

【0007】また陰極形成方法が蒸着法に限定されるため、使用する陰極材料にも限定があった。すなわち、使用できる陰極材料は、仕事関数が低くしかも比較的融点が高い材料に限定されていた。このような条件を満たす材料は、大気中では不安定な材料が多く、発光素子自体の信頼性にも悪影響を及ぼしていた。

【0008】さらに、カラー表示を行うためには異なる有機材料を高密度に配置するか、白色または青色の発光材料と高密度のカライーフイルタまたは色変換素子と組み合わせる必要があった。これらを実現するためには複雑な工程を要するため、低価格の表示素子を実現することが困難であった。

【0009】本発明は、このような従来の有機発光素子の問題を解決し、高信頼性・高精細の表示素子、並びに低価格のカラー表示素子を実現するための発光素子およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、表面に第1の電極層と発光層を含む層が付着形成された第1の基板と、表面に第2の電極層が付着形成された第2の基板とを、第1の基板上に形成され

た層の表面と第2の基板上に形成された電極層の表面とが互いに接触するように接合し、第1の電極層と第2の電極層から電子または正孔のそれぞれ異なる種類のキャリアが発光層に注入されることにより、発光層内での再結合により発光が生じるようにしたものである。これにより、高信頼性・高精細の表示素子、並びに低価格のカラー表示素子を実現するための発光素子およびその製造方法を提供することができる。

【0011】

10 【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、表面に少なくとも第1の電極層と発光層を含む層が付着形成された第1の基板と、表面に第2の電極層が付着形成された第2の基板とを互いに対向させ、前記第1の基板上に形成された層の表面と第2の基板上に形成された電極層の表面が互いに直接または導電層を介して密着接合して配置され、第1の電極層と第2の電極層から電子または正孔のそれぞれ異なる種類のキャリアが発光層に注入されることにより、前記発光層内で再結合することにより発光が生じることを特徴とする発光素子であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

20 【0012】本発明の請求項2に記載の発明は、第2の基板表面に第2の電極層と少なくともキャリア輸送層が付着形成され、前記第1の基板上に形成された発光層と第2の基板上に形成されたキャリア輸送層が互いに密着接合して配置されていることを特徴とする請求項1に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

30 【0013】本発明の請求項3に記載の発明は、第1の基板表面に第1の電極層と少なくとも発光層と第1のキャリア輸送層が順次形成され、前記第1の基板上に形成された第1のキャリア輸送層と第2の基板上に形成されたキャリア輸送層が互いに接触して配置されていることを特徴とする請求項1に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

40 【0014】本発明の請求項4に記載の発明は、前記発光層またはキャリア輸送層のうちの少なくとも一方が有機化合物であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【0015】本発明の請求項5に記載の発明は、第1の基板および第2の基板に形成された電極層がフォトリソ法で形成された微細形状を有することを特徴とする請求項1に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

50 【0016】本発明の請求項6に記載の発明は、第1の基板または第2の基板のうち少なくとも一方の基板がフレキシブル基板であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現

できるという作用を有する。

【 0 0 1 7 】本発明の請求項 7 に記載の発明は、第 1 の基板と第 2 の基板、およびこれらの基板に形成された電極層が透明または半透明であり、非発光状態が透明または半透明であることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細、かつ両基板の双方から光を観測でき、非発光状態では透明または半透明な発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 1 8 】本発明の請求項 8 に記載の発明は、それぞれ異なる色を発する複数の発光素子が面方向に互いに近接して配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細、かつ両基板の双方から光を観測でき、低価格のカラー表示素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 1 9 】本発明の請求項 9 に記載の発明は、それぞれ異なる色を発する複数の発光素子が面方向に垂直な方向に互いに一定の距離を隔てて配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の発光素子であり、高信頼性・高精細、かつ両基板の双方から光を観測でき、低価格のカラー表示素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 0 】本発明の請求項 1 0 に記載の発明は、少なくとも第 1 の基板または第 2 の基板に形成される発光層およびキャリア輸送層が島状に分離されて導電層の表面に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 1 】本発明の請求項 1 1 に記載の発明は、前記分離された島状の発光層およびキャリア輸送層の周辺部または近傍に、第 1 の基板と第 2 の基板の間隔を一定に保つ絶縁層が配置されていることを特徴とする請求項 1 0 に記載の発光素子であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 2 】本発明の請求項 1 2 に記載の発明は、前記分離された島状の発光層およびキャリア輸送層の周辺部に絶縁層または低融点金属層が配置され、各島状に形成された前記発光層およびキャリア輸送層が互いに隔離されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の発光素子であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 3 】本発明の請求項 1 3 に記載の発明は、第 1 の基板または第 2 の基板上の前記島状に分離して形成される発光層およびキャリア輸送層の周辺部に絶縁層が形成され、かつ絶縁層の表面ともう一方の基板上の絶縁層が接触する部分に低融点金属膜が形成され、各島状に形成された前記発光層およびキャリア輸送層が互いに隔離されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の発光素子であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 4 】本発明の請求項 1 4 に記載の発明は、第 1 の基板表面に少なくとも電極層と発光層を含む複数の層

を形成する工程と、第 2 の基板表面に少なくとも電極層を含む層を形成する工程と、第 1 および第 2 の基板を互いに対向して接触させかつ加熱処理することにより一体化する工程とを含む発光素子の製造方法であり、高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 5 】本発明の請求項 1 5 に記載の発明は、第 1 の基板表面または第 2 の基板表面の一部に一定の厚さを有する絶縁層を形成する工程を含む請求項 1 4 に記載の発光素子の製造方法であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 6 】本発明の請求項 1 6 に記載の発明は、第 1 の基板表面または第 2 の基板表面の一部に一定の厚さを有する絶縁層を形成する工程と、絶縁膜の形成されていない基板表面に発光層およびキャリア輸送層を形成する工程とを含む請求項 1 4 に記載の発光素子の製造方法であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 7 】本発明の請求項 1 7 に記載の発明は、第 1 の基板表面または第 2 の基板表面の一部に一定の厚さを有する絶縁層および低融点金属層を形成する工程と、絶縁膜の形成されていない基板表面に発光層およびキャリア輸送層を形成する工程と、絶縁層の形成されていない基板の表面で前記低融点金属が接触する部分に低融点金属層を形成する工程とを含む請求項 1 5 に記載の発光素子の製造方法であり、より高信頼性・高精細の発光素子を実現できるという作用を有する。

【 0 0 2 8 】（実施の形態 1）以下、本発明の第 1 の実施の形態における発光素子について図 1 を参照しながら説明する。図 1 において、1 は第 1 の基板となるガラス基板であり、その表面（上面）には、電子を注入するために縦方向に複数に分割された陰極側の電極（行電極）2 が銀マグネシウム合金をマスク蒸着法により形成されている。さらにその表面（上面）には、アルミキノリノール錯体（ $\text{Alq tris(8-hydroxyquino)aluminium}$ ）の有機発光層 3 が付着形成されている。一方、第 2 の基板となるガラス基板 4 の表面（下面）には、正孔を注入するための陽極側の透明電極（列電極）5 が横方向に複数に分割されて形成され、さらにその表面（下面）にトリフェニルジアミン（ $\text{TPD N,N'-bis(3-methylphenyl)-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine}$ ）の有機キャリア

（正孔）輸送層 6 が付着形成されている。そして、有機発光層 3 およびキャリア（正孔）輸送層 6 の表面を互いに密着し、電気的な接合部 7 を形成することにより発光素子が構成されている。

【 0 0 2 9 】このような構造において、透明電極 5 から注入される正孔は、キャリア輸送層 6 を輸送されて発光層 3 に注入される。そして、陰極電極 2 からは電子が発光層 3 に直接注入され、この発光層 3 の内部またはキャリア輸送層 6 との界面近傍で電子と正孔が再結合するこ

とにより発光する。陰極電極 2 は反射性の金属層であり、光 8 は透明電極 5 側のガラス基板側 4 から放射される。

【0030】このように、本実施の形態 1 によれば、大気中の湿度に対して不安定な銀マグネシウム合金や有機材料がガラス基板 1、4 の内面に密着形成されるので、大気にさらされることがなく、従って従来のような複雑な封止手段を必要とせず、簡単な素子構成で信頼性の高い表示素子を実現することが可能である。

【0031】なお、本実施の形態では、発光層 3 とキャリア輸送層 6 を接合しているが、発光層 3 またはキャリア輸送層 6 と電極層が直接または低融点金属等を介して接合されていてもよい。また、本実施の形態では、透明電極 5 上にキャリア輸送層 6 が形成されているが、目的や発光材料の選択によっては必ずしもキャリア輸送層 6 を用いる必要はない。また本実施の形態では、陰極電極 2 上に発光層 3 が直接形成されているが、目的や発光材料の種類によっては、電子輸送層を介して発光層 3 が形成されていてもよい。

【0032】さらに、本実施の形態では、発光層 3 およびキャリア輸送層 6 に、それぞれ Alq および TPD の有機材料を用いたが、必ずしもこれらの有機材料に限定されることはなく、また有機材料のみならず、無機材料で形成されていてもよい。

【0033】さらに、本実施の形態では、第 1 の基板にガラス基板 1 を用いているが、本発光素子においては使用する基板は必ずしもガラス基板に限定されることはなく、片方の基板にシリコンやガリウム砒素、或いはインジウム燐等の結晶基板を用いることも可能である。また、片方または両方の基板にプラスチック等の有機基板を用いることも可能である。

【0034】（実施の形態 2）上記した第 1 の実施形態においては、発光層と正孔輸送層が直接接合されている場合を示したが、この構成においては性質の大きく異なる発光層とキャリア輸送層の 2 種類の層を接合することになるので、材料の組み合わせによっては接合状態や界面状態が不均一になり、均一な発光が得られないこともある。そこで、均一な発光を容易に実現することが可能な発光素子について説明する。

【0035】以下、本発明の第 2 の実施の形態における発光素子について図 2 を参照しながら説明する。図 2 において、21 は第 1 の基板となる N 型シリコン基板であり、その表面近傍には行電極分離のために縦方向に帯状に分割された P 型領域層 22 が形成されている。さらに各 P 型領域層 22 の表面に沿って電子を注入するための低仕事関数材料でなる電極（陰極）23 が形成されている。そして陰極電極 23 のほぼ全面に有機発光層（Alq）24、および有機正孔輸送層（TPD）25 が付着形成されている。一方、第 2 の基板となるガラス基板 26 の表面には、正孔を注入するための透明電極（陽極）

27 が列電極となるように横方向に複数に分割されて形成され、さらにその表面に有機正孔輸送層（TPD）28 が付着形成されている。そして、シリコン基板 21 に形成された正孔輸送層 25 およびガラス基板 26 に形成された正孔輸送層 28 の表面を互いに密着し、電気的な接合部 29 を形成することにより発光素子が構成されている。

【0036】本実施の形態においては、透明電極 27 から注入される正孔は正孔輸送層 28 と 25 を輸送されて発光層 24 に注入される。そして、陰極電極 23 からは電子が有機発光層 24 に直接注入され、この発光層 24 の内部または正孔輸送層 25 との界面近傍で電子と正孔が再結合することにより発光する。発光する光 30 は、同様に透明電極 27 側のガラス基板 26 から放出される。

【0037】このように、本実施の形態 2 によれば、性質の大きく異なる第 1 基板側の発光層 24 と第 2 基板側のキャリア輸送層 28 とを直接接合することなく、性質の同じキャリア輸送層 25 と 28 を接合したので、接合状態や界面状態が不均一になり、均一な発光を得ることができる。

【0038】本実施の形態においては、第 1 の基板 21 および第 2 の基板 26 に同一のキャリア輸送層 25、28 を用いたが、必ずしも同一材料である必要はなく、異なる材料であってもよく、また接合部近傍に接合を容易にするために異なる層が形成されていてもよい。また、本実施の形態においても、陰極電極 23 から供給される電子は、直接発光層 24 に注入されているが、発光層 2 と陰極電極 23 の間に電子輸送層を設置してもよいことは自明である。また発光層 24 が無機材料であってもかまわない。

【0039】（実施の形態 3）上記した第 1 および第 2 の実施の形態では、複数の行電極（陰極層）を、従来のように銀マグネシウム合金等の低仕事関数の金属材料をマスク蒸着法により形成しているが、この方式では陰極（行電極）の微細化に限界があり、高精細な表示を実現することが困難である。そこで、第 1 の基板上に炭化ジルコニウム、炭化ハーフニウム、硼化ランタン、窒化チタン等の物理的・化学的に比較的安定な低仕事関数材料を用い、これを基板上にスパッタリング法や CVD 法で付着形成し、その後フォトリソ法により加工することにより、高密度の行電極を形成することが可能である。

【0040】また、上記した炭化物や窒化物、硼素化合物、或いは酸化イットリウム、酸化イットリビウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムといった酸化物は、比較的バンドギャップが大きく、これらを陰極材料に用いることにより、発光層から放射される光を陰極側からも観測できることに加えて、非発光状態では素子全体を光が透過するという新たな特徴を有する発光素子を実現することができる。



【 0 0 4 1 】 以下、本発明の第 3 の実施の形態における透過型でかつ高精細な発光素子について図 3 を参照しながら説明する。図 3 において、3 1 は第 1 の基板となるガラス基板であり、その表面には硼化ランタン層による陰極 3 2 が行電極となるように縦方向に複数に分割されて形成されている。陰極 3 2 は可視光領域では透明である。さらにその表面に有機発光層 3 3 および有機キャリア（正孔）輸送層 3 4 が付着形成されている。一方、第 2 の基板となるガラス基板 3 5 の表面には、正孔を注入するための透明電極（列電極）3 6 が横方向に複数に分割されて形成され、さらにその表面に有機正孔輸送層 3 7 が付着形成されている。そして、ガラス基板 3 1 に形成されたキャリア（正孔）輸送層 3 4 とガラス基板 3 5 に形成されたキャリア（正孔）輸送層 3 7 の表面を互いに密着し、電気的な接合部 3 8 を形成することにより発光素子が構成されている。

【 0 0 4 2 】 本実施の形態においては、透明電極 3 6 から注入される正孔は、キャリア（正孔）輸送層 3 7 と 3 4 を輸送されて発光層 3 3 に注入される。そして、透明な陰極 3 2 からは電子が発光層 3 3 に直接注入され、この発光層 3 3 内または正孔輸送層 3 4 との界面近傍で電子と正孔が再結合することにより発光する。発光する光は、陽極基板側の光 3 9 1 と陰極基板側の光 3 9 2 の両面に放射される。また非発光部は透明体であり、発光素子の対面を観測することが可能である。

【 0 0 4 3 】 このように、本実施の形態 3 によれば、陰極 3 2 と陽極 3 6 の双方を透明とすることにより、発光層 3 3 から放射される光を陰極側からでも陽極側からでも観測することができ、非発光状態では素子全体が光が透過する透明な発光素子を実現することが可能である。

【 0 0 4 4 】 （実施の形態 4）以上説明した実施の形態では、発光層およびキャリア輸送層が基板の表面のほぼ全面に形成されているが、このように有機層が一様に形成されている場合には、基板に付着しているゴミや欠陥が核となって発生すると考えられる非発光部分が徐々に拡大し、短期間に表示特性を著しく劣化させるという状況も発生する。そこで、有機発光層およびキャリア輸送層を微小な島状に分離形成することにより、非発光欠陥の拡大を抑制することを可能とし、素子の信頼性を著しく改善することのできる発光素子の例について説明する。

【 0 0 4 5 】 以下、本発明の第 4 の実施の形態における発光層分離型の発光素子について、図 4 を参照しながら説明する。図 4 において、4 1 は第 1 の基板となるガラス基板であり、その表面には硼化ランタン層による透明な陰極 4 2 が数 1 0 0 ミクロンの幅を有する行電極となるように縦方向に複数に分割されて形成されている。さらにその表面に直径 1 0 0 ミクロン以下の島状の有機発光層 4 3 とキャリア（正孔）輸送層 4 4 が付着形成されている。一方、第 2 の基板となるガラス基板 4 5 の表面

には、正孔を注入するための約数 1 0 0 ミクロンの幅を有する透明電極（列電極）4 6 が横方向に複数に分割されて形成され、さらに基板表面全体にキャリア（正孔）輸送層 4 7 が形成されている。そして、ガラス基板 4 1 に形成されたキャリア（正孔）輸送層 4 4 とガラス基板 4 5 に形成されたキャリア（正孔）輸送層 4 7 の表面を互いに密着し、電気的な接合部 4 8 を形成することにより発光素子が構成されている。

【 0 0 4 6 】 本実施の形態においては、透明電極 4 6 から注入される正孔はキャリア（正孔）輸送層 4 7 とび 4 4 を輸送されて発光層 4 3 に注入される。そして、透明な陰極 4 2 からは電子が発光層 4 3 に直接注入され、この発光層 4 3 内またはキャリア（正孔）輸送層 4 4 との界面近傍で電子と正孔が再結合することにより発光する。発光する光は、陽極基板側の光 4 9 1 と陰極基板側の 4 9 2 の両面に放射される。また非発光部は透明体であり、発光素子の対面を観測することが可能である。

【 0 0 4 7 】 このように、本実施の形態 4 によれば、有機発光層 4 3 およびキャリア輸送層 4 4 を微小な島状に分離形成することにより、非発光欠陥の拡大を抑制することを可能とし、発光素子の信頼性を著しく改善することができる。

【 0 0 4 8 】 本実施の形態では、第 2 の基板 4 5 の表面にキャリア輸送層 4 7 が一様に形成されているが、これも第 1 の基板 4 1 側のキャリア輸送層 4 4 と同様に島状に形成されていてもよい。

【 0 0 4 9 】 （実施の形態 5）上記した第 4 の実施の形態においては、発光層の周辺部が外気にふれる可能性があるが、その周辺部を絶縁層で覆うことによりさらに信頼性を高めることができる。以下、本発明の第 5 の実施の形態における発光素子について図 5 を参照しながら説明する。図 5 において、5 1 は第 1 の基板となるガラス基板であり、その表面には硼化ランタン層による透明な陰極 5 2 が数 1 0 0 ミクロンの幅を有する行電極となるように縦方向に複数に分割されて形成されている。さらにその表面に直径 1 0 0 ミクロン以下の島状の有機発光層 5 3 とそれを覆うようにキャリア（正孔）輸送層 5 4 が付着形成されている。一方、第 2 の基板となるガラス基板 5 5 の表面には、正孔を注入するための約数 1 0 0 ミクロンの幅を有する透明電極（列電極）5 6 が横方向に複数に分割されて形成され、さらにその表面にキャリア輸送層 5 4 とほぼ同様の厚さを有し、しかもキャリア輸送層 5 4 を逃げるための直径 1 0 0 ミクロン以下の多数の孔を有する絶縁層（スペーサ）5 7 が付着形成されている。そして、ガラス基板 5 1 に形成されたキャリア（正孔）輸送層 5 4 とガラス基板 5 5 に形成された透明電極層 5 6 の表面を互いに密着し、電気的な接合部 5 8 を形成することにより発光素子が構成されている。

【 0 0 5 0 】 本実施の形態においては、透明電極 5 6 から注入される正孔は、正孔輸送層 5 4 を輸送されて発光



層53に注入される。そして、透明な陰極52からは電子が発光層53に直接注入され、この発光層53内または正孔輸送層54との界面近傍で電子と正孔が再結合することにより発光する。発光する光は、陽極基板側の光591と陰極基板側の光592の両面に放射される。また非発光部は透明体であり、発光素子の対面を観測することが可能である。

【0051】このように、本実施の形態5によれば、有機発光層53とこれを覆うキャリア輸送層54の周辺部を絶縁層57で覆うことにより、発光素子の信頼性をさらに高めることができる。

【0052】本実施の形態においては、第1の基板51の表面に形成されたキャリア輸送層54と第2の基板55に形成された透明電極56が接合されているが、第2の基板55上にキャリア輸送層54と同様なキャリア輸送層を形成し、キャリア輸送層どおしを接合させることも可能である。

【0053】また、より過酷な条件で素子が使用される場合には、絶縁層57が接触する面に低融点金属60を付着形成することにより、二枚の基板51、55がより強固に密着されるとともに、島状構造の有機物への大気

の侵入を遮断することが可能となる。

【0054】以上の第2から第5の実施の形態においては、基板としてガラス基板または結晶基板を用いたが、プラスチック基板等フレキシブルな基板を用いることも可能である。ガラスや結晶基板のように硬質基板を用いる場合には、二枚の基板を互いに密着する場合に、基板表面の平滑度が一定以上であることが求められるが、フレキシブル基板を用いる場合には、これらの制約を受けることなく容易に本発光素子を形成することができる。

【0055】(実施の形態6) 上記した第3、4および5の実施の形態においては、透過型の発光素子を示したが、透過型の発光素子は、これを複数枚積層することにより、カラーディスプレイや立体ディスプレイ等の新たな特徴を有する表示素子を形成することが可能である。

【0056】以下、本発明の第6の実施形態におけるカラー表示素子用の発光素子について図6を参照しながら説明する。図6において、61は第1の透過型発光素子であり青色光を発する。62は第2の透過型発光素子であり緑色光を発する。63は第3の透過型発光素子であり赤色光を発する。それぞれの透過型発光素子は、例えば実施例3に示した透過型の発光素子である。但しそれぞれの発光素子においては、それぞれ青色光、緑色光、赤色光を発光するように発光層の材料が選択される。或いは、図4または図5に示すような島状構造として、隣接する発光層をそれぞれ青色光、緑色光、赤色光を発光するように、同一平面内に周期的に配置するようにしてもよい。

【0057】本実施の形態においては、それぞれの素子で青色、緑色、および赤色の画像を表示することによ

り、それぞれの色と混合色を観測することが可能となり、カラー表示が実現される。それぞれの表示素子の基板の厚さは約200ミクロンであり、各表示素子を独立に動作させることにより、実質的な画素サイズが約400～500ミクロンのカラーディスプレイが実現できる。

【0058】また、本実施の形態においては、カラーディスプレイに限定されず、さらに立体的に重ね合わせ、各表示素子毎に順次表示を行うことにより、断層観察用表示素子等のように従来実現が困難であったディスプレイを実現することが可能である。

【0059】(実施の形態7) 次に、本発明の発光素子の製造方法について図7を参照しながら説明する。まず、第1のガラス基板71の表面に酸化インジウム錫の透明電極72を形成する(a)。次に透明電極72をフォトリソにより微細形状に加工する(b)。その上にTPDのキャリア輸送層73を蒸着形成する(c)。一方、第2のガラス基板74上にレジスト75を塗布して微細加工し、次いで基板表面全体に硼化ランタン76を蒸着する(d)。次にレジスト75をリフトオフすることにより硼化ランタンの微細形状76を形成する

(e)。次にアルミキノリン等の発光層77を蒸着し、その上にTPDの正孔輸送層78を形成する(f)。そして、このように形成された第1の基板71および第2の基板74を不活性ガス中または真空中で対向して配置し、基板全体に均一に圧力を加えて密着させる(g)。さらにTPDのガラス転移点以下の温度で軟化させて、キャリア(正孔)輸送層同士を一体化接合することにより発光素子が完成する。

【0060】本実施の形態においては、発光層77およびキャリア輸送層78を蒸着法により形成しているが、高分子系の材料等、有機材料によってはスピンコートにより形成することも可能である。

【0061】(実施の形態8) 上記した第7の実施の形態では、有機薄膜を形成した均一な層を直接接合したが、島状の有機層でなる発光層分離型の発光素子の形成方法を図8を参照しながら説明する。まず第1のガラス基板81の表面に酸化インジウム錫の透明電極82を形成する(a)。次に透明電極82をフォトリソにより微細形状に加工する(b)。その上にTPDのキャリア輸送層83を蒸着形成する(c)。一方、第2のガラス基板84の表面にレジスト86を塗布して微細加工し、その上に硼化ランタン85を蒸着する(d)。次にレジスト86をリフトオフすることにより硼化ランタンの微細形状85を形成する(e)。次にAlq等の発光層87およびTPDのキャリア(正孔)輸送層88をマスク蒸着により島状に形成する(f)。そして、このように形成された第1の基板81と第2の基板84を不活性ガス中または真空中で両者を対向して配置し、両基板全体に均一に圧力を加えて密着させる(g)。さらにTPDの

ガラス転移点以下の温度で軟化させて、キャリア（正孔）輸送層 8 3 と 8 8 を接合部 8 9 を介して一体化接合することにより、発光層分離型の表示素子が完成する。

【0062】（実施の形態 9）上記した第 8 の実施の形態では、発光層分離型の有機発光素子の製造方法について示したが、実施の形態 5 に示すような島状の有機層が絶縁層で包囲された構造の発光素子の形成方法を図 9 を参照しながら説明する。まず、第 1 のガラス基板 9 1 の表面に酸化インジウム錫の透明電極 9 2 を形成する

（a）。次に透明電極 9 2 をフォトリソにより微細形状に加工する（b）。次に酸化シリコン膜を基板表面に形成し、フォトリソにより島状の発光層を包囲するための絶縁層 9 3 を形成する（c）。一方、第 2 のガラス基板 9 4 上にレジスト 9 5 を塗布して微細加工し、その上に硼化ランタン 9 6 を蒸着する（d）。次にレジスト 9 5 をリフトオフすることにより硼化ランタンの微細形状 9 6 を形成する（e）。次に島状のアルミキノリン等の発光層 9 7 および TPD のキャリア（正孔）輸送層 9 8 をマスク蒸着法で形成する（f）。そして、このようにして形成された第 1 の基板 9 1 と第 2 の基板 9 4 を不活性ガス中または真空中で両者を対向して配置し、両基板全体に均一に圧力を加えて密着させる（g）。さらに TPD のガラス転移点以下の温度で軟化させて、キャリア輸送層 9 8 と透明電極 9 2 を接合部 9 9 を介して一体化接合することにより発光素子が完成する。

【0063】上記した実施の形態 7、8、および 9 における製造方法においては、透明電極基板上に正孔輸送層を形成したが、目的や発光材料の選択によっては必ずしも正孔輸送層を形成する必要はない。またこれらの実施の形態では、陰極基板状に発光層を直接形成しているが、目的や発光材料の種類によっては、異なるキャリア（電子）輸送層を介して発光層が形成することも可能である。

【0064】また、これらの実施の形態においては、発光層およびキャリア輸送層に、それぞれ Alq および TPD の有機材料を用いたが、必ずしもこれらの有機材料に限定されることはないことは自明である。また、発光層やキャリア輸送層に用いる材料は必ずしも有機材料に限定されず、無機材料で形成されていてもよい。

【0065】さらに、これらの実施の形態では、第 1 の基板にガラス基板を用いているが、使用する基板は必ずしもガラス基板に限定されることはない。片方の基板にシリコンやガリウム砒素、或いはインジウム燐等の結晶基板を用いることも可能である。また、片方または両方

の基板にプラスチック等の有機基板を用いることも可能である。

【0066】

【発明の効果】以上の各実施の形態で示したように、本発明は、表面に第 1 の電極層と発光層を含む層が付着形成された第 1 の基板と、表面に第 2 の電極層が付着形成された第 2 の基板とを、第 1 の基板上に形成された層の表面と第 2 の基板上に形成された電極層の表面とが互いに接触するように接合し、第 1 の電極層と第 2 の電極層から電子または正孔のそれぞれ異なる種類のキャリアが発光層に注入されることにより、発光層内での再結合により発光が生じるようにしたものであり、これにより、高信頼性・高精細の表示素子、並びに低価格のカラー表示素子を実現するための自発光型の平板型表示素子を提供することができ、産業上極めて大きな効果が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における発光素子の概略断面図

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態における発光素子の概略断面図

【図 3】本発明の第 3 の実施の形態における発光素子の概略断面図

【図 4】本発明の第 4 の実施の形態における発光素子の概略断面図

【図 5】本発明の第 5 の実施の形態における発光素子の概略断面図

【図 6】本発明の第 6 の実施の形態における発光素子の概略断面図

【図 7】本発明の第 7 の実施の形態における発光素子の製造工程を示す概略断面図

【図 8】本発明の第 8 の実施の形態における発光素子の製造工程を示す概略断面図

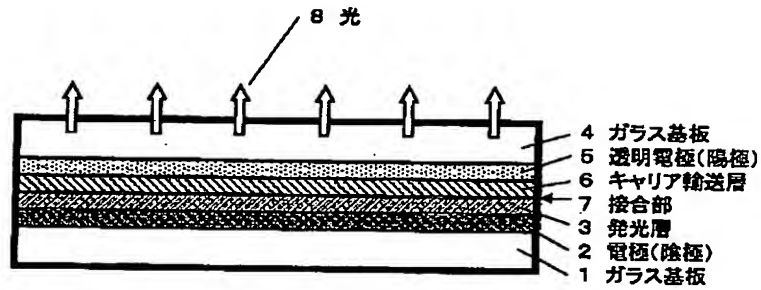
【図 9】本発明の第 9 の実施の形態における発光素子の製造工程を示す概略断面図

【図 10】従来の有機 EL の概略断面図

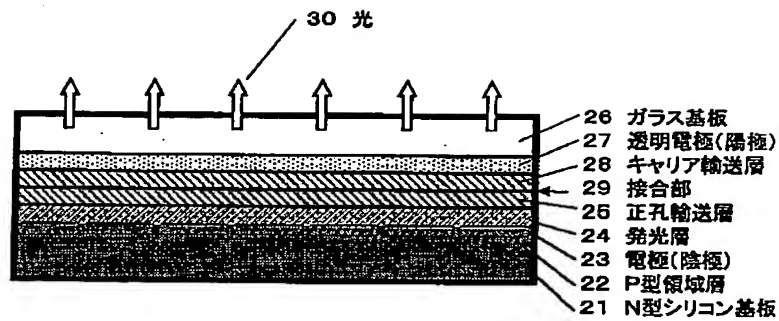
【符号の説明】

- 1 ガラス基板（第 1 の基板）
- 2 電極（陰極）
- 3 発光層
- 4 ガラス基板（第 2 の基板）
- 5 透明電極（陽極）
- 6 キャリア輸送層
- 7 接合部

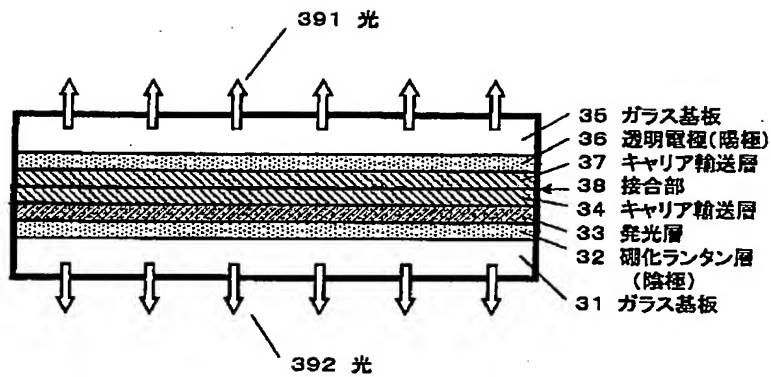
【図 1】



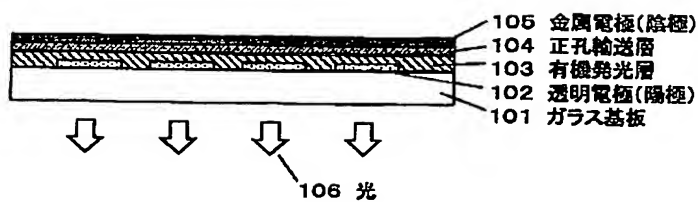
【図 2】



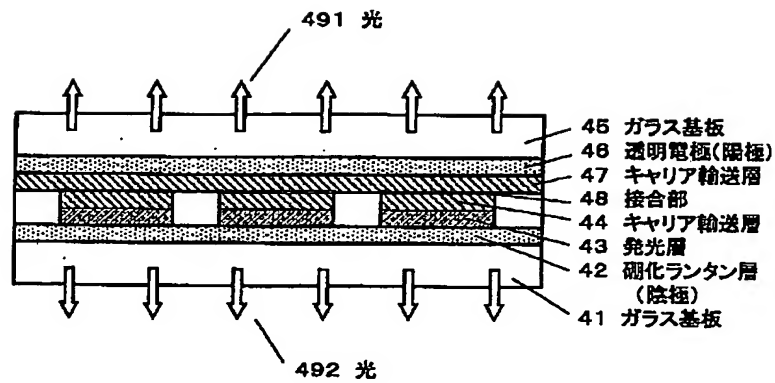
【図 3】



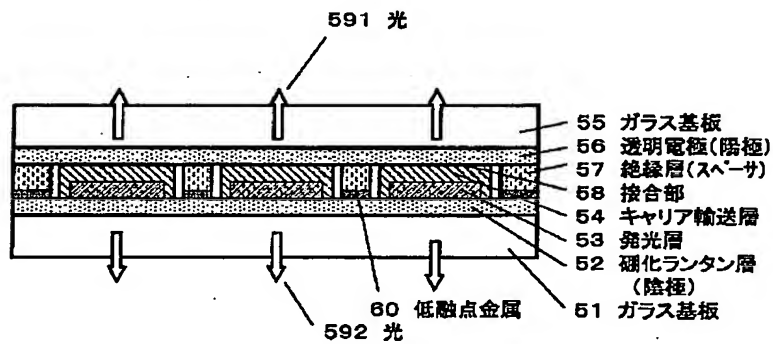
【図 10】



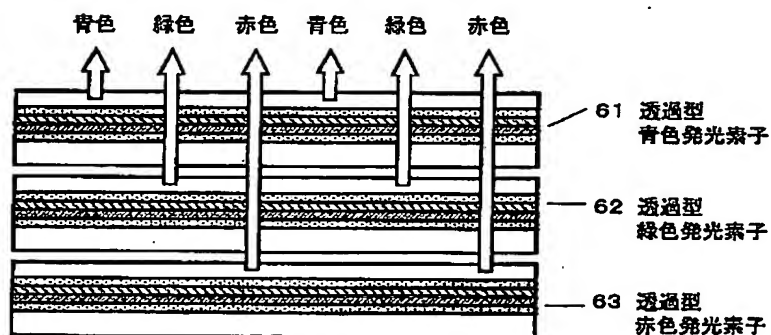
【図 4】



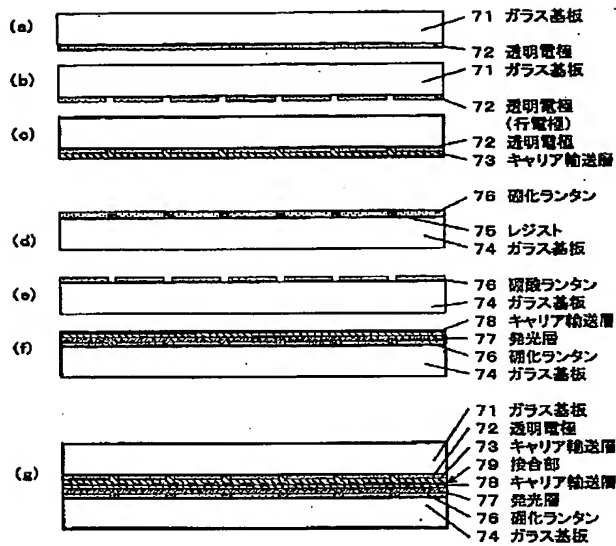
【図 5】



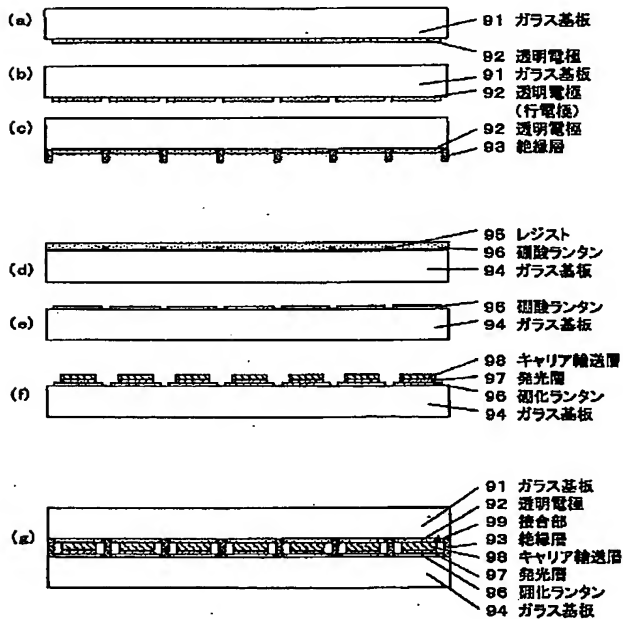
【図 6】



【図 7】



【図 9】



【図 8】

